

Requested Patent: JP2000222837A
Title: DISK STORAGE APPARATUS ;
Abstracted Patent: JP2000222837 ;
Publication Date: 2000-08-11 ;
Inventor(s): ITO MIYUKI ;
Applicant(s): TOSHIBA CORP ;
Application Number: JP19990023940 19990201 ;
Priority Number(s): ;
IPC Classification: G11B21/02; G11B19/02; G11B21/08 ;
Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize high-precision detection of a counter electromotive force while taking a temperature-dependent variation of a VCM(voice coil motor) coil resistance into consideration, without requiring any dedicated hardware circuits.**SOLUTION:** A voltage V_{vcm} across voltage measurement terminals SENSE2, SENSE3 provided at opposite ends of a VCM coil 151 of a VCM 15 and a voltage V across voltage measurement terminals SENSE1, SENSE2 provided at opposite ends of a sensing resistor 152 are fetched into an ADC 24 to be converted into digital values. A CPU reads out the digital values of the VCM coil end voltage V_{vcm} and the sensing resistor end voltage V that are output from the ADC 24 to calculate a value of a current I_{vcm} flowing through the VCM coil 151 based on the value of the sensing resistor end voltage V and a sensing resistance value R_s . The CPU further calculates from the V_{vcm} and the I_{vcm} a counter electromotive force to be generated across the VCM coil 151 to detect a speed of a head actuator.

(11)特許出願公開番号
特開2000-222837
(P2000-222837A)

(43)公開日 平成12年8月11日(2000.8.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ト*(参考)
G 1 1 B 21/02	6 1 2	G 1 1 B 21/02	6 1 2 P 5 D 0 6 8
19/02	5 0 1	19/02	5 0 1 L 5 D 0 8 8
21/08		21/08	Y

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 13 頁)

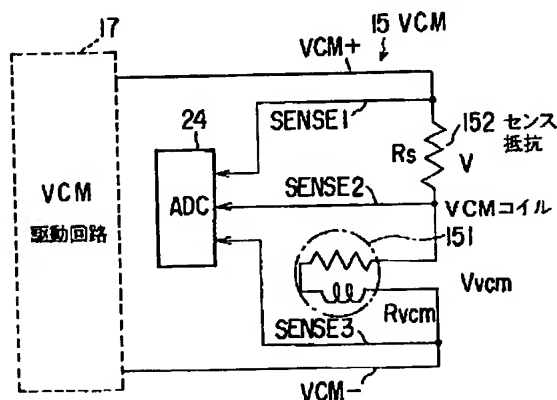
(21)出願番号	特願平11-23940	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22)出願日	平成11年2月1日(1999.2.1)	(72)発明者	伊藤 美由紀 東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅工場内
		(74)代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)
		Fターム(参考)	5D068 AA01 BB01 CC12 GG25 5D088 CC01 MM08

(54) 【発明の名称】 ディスク記憶装置

(57) 【要約】

【課題】VCMコイル抵抗の温度変化を考慮した逆起電圧を、専用のハードウェア回路を必要とせずに高精度に検出できるようにする。

【解決手段】VCM15のVCMコイル151の両端に形成された電圧測定端子SENSE2、SENSE3の電圧 V_{vcn} と、センス抵抗152の両端に形成された電圧測定端子SENSE1、SENSE2の電圧 V を、ADC24に取り込んでデジタル値に変換する。CPUは、このADC24の出力であるVCMコイル端電圧 V_{vcn} とセンス抵抗端電圧 V のデジタル値を読み込み、センス抵抗端電圧 V の値とセンス抵抗値 R_s とからVCMコイル151に流れる電流 I_{vcn} の値を算出し、 V_{vcn} と I_{vcn} とからVCMコイル151に発生する逆起電圧を算出して、ヘッドアクチュエータの速度検出を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動するための、ボイスコイルモータを駆動源とするヘッドアクチュエータと、設定された操作量に対応する電流を前記ボイスコイルモータに供給するボイスコイルモータ駆動回路とを備えたディスク記憶装置において、前記ボイスコイルモータのコイル端の電圧及び前記コイルに流れる電流を検知するための検出手段と、前記検出手段の検出値から前記コイルの抵抗値を算出するコイル抵抗算出手段とを具備することを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項2】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動するための、ボイスコイルモータを駆動源とするヘッドアクチュエータと、設定された操作量に対応する電流を前記ボイスコイルモータに供給するボイスコイルモータ駆動回路とを備えたディスク記憶装置において、前記ボイスコイルモータのコイル端の電圧及び前記コイルに流れる電流を検知するための検出手段と、前記検出手段の検出値から前記コイルの抵抗値を算出するコイル抵抗算出手段と、前記コイル抵抗算出手段により算出されたコイル抵抗値からコイル温度を算出するコイル温度算出手段とを具備することを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項3】 前記コイル温度算出手段の算出温度に基づいて温度補正を加えた前記ヘッドアクチュエータの駆動制御を行う駆動制御手段を更に具備することを特徴とする請求項2記載のディスク記憶装置。

【請求項4】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動するための、ボイスコイルモータを駆動源とするヘッドアクチュエータと、設定された操作量に対応する電流を前記ボイスコイルモータに供給するボイスコイルモータ駆動回路とを備えたディスク記憶装置において、前記ボイスコイルモータのコイル端の電圧を検知するための検出手段と、前記検出手段の検出値及び前記操作量から前記コイルの抵抗値を算出するコイル抵抗算出手段とを具備することを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項5】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動するための、ボイスコイルモータを駆動源とするヘッドアクチュエータと、設定された操作量に対応する電流を前記ボイスコイルモータに供給するボイスコイルモータ駆動回路とを備えたディスク記憶装置において、前記ボイスコイルモータのコイル端の電圧及び前記コイルに流れる電流を検知するための検出手段と、前記検出手段の検出値から前記コイルに生じる逆起電圧値を算出する逆起電圧算出手段とを具備することを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項6】 前記ヘッドアクチュエータを固定した状態で、前記ボイスコイルモータ駆動回路に設定する操作量を可変する操作量可変設定手段と、

前記操作量可変設定手段によって前記ボイスコイルモータ駆動回路に可変設定される操作量に応じて変化する、コイル電流に対する速度ゼロでの逆起電圧特性を、前記検出手段の検出コイル電流値及び前記逆起電圧算出手段の算出逆起電圧値から取得して、コイル電流変化に対応して逆起電圧が変化するコイル電流範囲を操作可能電流範囲として決定する電流範囲決定手段とを更に具備することを特徴とする請求項5記載のディスク記憶装置。

【請求項7】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動するための、ボイスコイルモータを駆動源とするヘッドアクチュエータと、設定された操作量に対応する電流を前記ボイスコイルモータに供給するボイスコイルモータ駆動回路とを備えたディスク記憶装置において、前記ボイスコイルモータのコイルに流れる電流を検知するための検出手段と、前記ボイスコイルモータ駆動回路に設定する操作量をゼロとしたときの前記検出手段の検出電流値を当該駆動回路に発生するオフセット量として取得するオフセット測定手段と、

前記ヘッドアクチュエータの駆動制御のために算出された操作量を前記ボイスコイルモータ駆動回路に設定する際に、当該操作量を前記オフセット測定手段により取得されたオフセット量をもとに補正するオフセット補正手段とを具備することを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項8】 ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動するための、ボイスコイルモータを駆動源とするヘッドアクチュエータと、設定された操作量に対応する電流を前記ボイスコイルモータに供給するボイスコイルモータ駆動回路とを備えたディスク記憶装置において、前記ボイスコイルモータのコイルに流れる電流を検知するための検出手段と、

前記ボイスコイルモータ駆動回路に設定する操作量を可変する操作量可変設定手段と、

前記操作量可変設定手段によって前記ボイスコイルモータ駆動回路に可変設定される操作量に応じて変化する前記検出手段の検出電流値を取得して、操作量と操作電流量との対応を表すテーブルまたは関数を取得する線形性補正用データ測定手段と、

前記ヘッドアクチュエータの駆動制御のために算出された操作電流量に対応する操作量を前記テーブルまたは関数に基づいて取得して前記ボイスコイルモータ駆動回路に設定する線形性補正手段とを具備することを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項9】 前記ボイスコイルモータは、前記コイルに直列接続されたセンス抵抗を備え、前記検出手段は、前記センス抵抗端の電圧を検出する電圧検出手段と、前記センス抵抗端の電圧をもとに前記コイルに流れる電流値を算出するコイル電流算出手段とを備えていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項5、請求項7、または請求項8に記載のディスク記憶

装置。

【請求項10】 前記ボイスコイルモータは、前記コイルに直列接続されたセンス抵抗を備え、前記検出手段は、前記コイル端の電圧及び前記センス抵抗端の電圧を取り込んでデジタル値に変換するA/Dコンバータと、前記A/Dコンバータによりデジタル値に変換された前記センス抵抗端の電圧をもとに前記コイルに流れる電流値を算出するコイル電流算出手段とを備えていることを特徴とする請求項1、請求項2、または請求項5に記載のディスク記憶装置。

【請求項11】 前記ボイスコイルモータは、前記コイルに直列接続されたセンス抵抗を備え、前記検出手段は、前記センス抵抗端の電圧を取り込んでデジタル値に変換するA/Dコンバータと、前記A/Dコンバータによりデジタル値に変換された前記センス抵抗端の電圧をもとに前記コイルに流れる電流値を算出するコイル電流算出手段とを備えていることを特徴とする請求項7または請求項8に記載のディスク記憶装置。

【請求項12】 センス抵抗が直列接続されたボイスコイルを有するボイスコイルモータを駆動源とし、ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動するためのヘッドアクチュエータと、設定された操作量に対応する電流を前記ボイスコイルモータに供給するボイスコイルモータ駆動回路とを備えたディスク記憶装置における逆起電圧検出方法であって、前記ボイスコイルモータのコイル端の電圧及び前記センス抵抗端の電圧をA/Dコンバータにより取り込んでデジタル値に変換し、前記A/Dコンバータによりデジタル値に変換された前記コイル端の電圧及び前記センス抵抗端の電圧をCPU内部に読み込んで、前記センス抵抗端の電圧をもとに前記コイルに流れる電流値を算出し、前記CPU内部に読み込んだ前記コイル端の電圧及び前記算出した前記コイルに流れる電流値から前記コイルに生じる逆起電圧値を算出するようにしたことを特徴とする逆起電圧検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ボイスコイルモータを駆動源とするヘッドアクチュエータを備えたディスク記憶装置に係り、特にヘッドアクチュエータを駆動制御するのに必要な情報を取得するのに好適なディスク記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置に代表されるディスク記憶装置では、ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動するヘッド移動機構として、ボイスコイルモータを駆動源とするロータリ型ヘッドアクチュエータが用いられるのが一般的である。

【0003】この種のディスク記憶装置では、ボイスコイルモータに与える操作電流を制御することで、ヘッドアクチュエータの駆動制御、つまりヘッドの移動制御が行われる。ここで操作電流は、CPUの計算処理によって算出される操作量をボイスコイルモータ駆動回路（コイル駆動回路）に与えることで、当該駆動回路からボイスコイルモータに供給される。この操作量（制御量）は、ヘッドの目標位置と現在位置などの情報、或いはヘッドアクチュエータの速度（ヘッド移動速度）を表すボイスコイルモータの逆起電圧等に基づいて算出される。

【0004】ところで近年のディスク記憶装置、例えば小型磁気ディスク装置の中には、ロード／アンロード方式と呼ばれるヘッドの退避方法を適用するものが出現している。ロード／アンロード方式の特徴は、ディスク媒体の回転停止状態など、データのリード／ライト動作を行わない状態では、ヘッドはディスク媒体の外周より外側に位置するランプ機構（ランプ）上に停止している。この状態で、ホストからの命令によって、ヘッドをランプ機構上の退避位置からディスク媒体上に移動させて、リード／ライト動作を行う。リード／ライト動作終了後、ヘッドをディスク媒体上からランプ機構上に戻す。ヘッドをランプ機構上からディスク媒体上に移動させることをロード動作、逆にディスク媒体上からランプ機構上に移動させることをアンロード動作という。

【0005】ヘッドのロード／アンロードは、ヘッドアクチュエータを駆動制御することで行われる。ここでは、ボイスコイルモータに発生する逆起電圧が検出され、その逆起電圧に対応するヘッドアクチュエータの速度（ヘッド移動速度）に基づいて操作量が算出されて、ボイスコイルモータ駆動回路にフィードバックされる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】磁気ディスク装置に代表されるディスク記憶装置において、ボイスコイルモータに供給される操作電流を決定するための操作量（制御量）は、ヘッドの目標位置と現在位置などの情報、或いはヘッド移動機構としてのヘッドアクチュエータの速度（ヘッド移動速度）を表すボイスコイルモータの逆起電圧等に基づいて算出される。

【0007】従来、ボイスコイルモータの逆起電圧は専用のハードウェア回路である、例えば図13の構成の逆起電圧検出回路を用いて検出されていた。ところが、当該検出回路内の抵抗等の回路要素に比べて、ボイスコイルモータのコイルの抵抗値は温度変化が大きいので、温度（コイル温度）によっては正確な逆起電圧検出値を得ることができなくなるといった問題がある。この場合、速度検出を高精度に行うことができず、ヘッドアクチュエータの駆動制御（速度制御）の精度も低下する。

【0008】また、温度変化によりコイル抵抗が変化しても、その変化自体を認識できないため、逆起電圧検出値を補正するのも困難であった。

【0009】また、ボイスコイルモータの推力（駆動力）も温度依存性があるため、ヘッドをディスク媒体上の目標位置に移動するシーク制御など、ヘッド位置と目標位置とから目標速度を算出して操作量を決定する場合には、温度補正を行うことが有効である。そのためには温度センサーを必要とした。しかも、温度センサーの取り付け位置によってはボイスコイルモータのコイル温度を正確に検出するのは困難であった。

【0010】更に、ボイスコイルモータ駆動回路のオフセットや、当該駆動回路中の増幅回路の線形性からのずれの存在のため、ヘッドアクチュエータ駆動制御の精度が一層低下するという問題があった。

【0011】本発明は上記事情を考慮してなされたものでその目的は、ボイスコイルモータのコイル抵抗の温度変化が検出できるディスク記憶装置を提供することにある。

【0012】本発明の他の目的は、ボイスコイルモータのコイル抵抗の温度変化を考慮した逆起電圧を、専用のハードウェア回路を必要とせずに高精度に検出できるディスク記憶装置を提供することにある。

【0013】本発明の更に他の目的は、ヘッドアクチュエータ駆動制御が高精度に行えるディスク記憶装置を提供することにある。

【0014】本発明の更に他の目的は、ボイスコイルモータ駆動回路に生じるオフセットの補正や、当該駆動回路の増幅回路の線形性補正が高精度に行えるディスク記憶装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、ヘッドをディスク媒体の半径方向に移動するための、VCM（ボイスコイルモータ）を駆動源とするヘッドアクチュエータと、設定された操作量に対応する電流をVCMに供給するVCM駆動回路とを備えたディスク記憶装置において、上記VCMのコイル端の電圧及び当該コイルに流れる電流（VCM電流）を検知するための検出手段と、この検出手段の検出値から上記コイルの抵抗値を算出するコイル抵抗算出手段とを備えたことを特徴とする。

【0016】ここで、上記検出手段を、VCMコイル端の電圧、及びVCMコイルに直列接続されるセンス抵抗に発生する電圧（センス抵抗端電圧）を取り込んでデジタル値に変換するA/Dコンバータと、このA/Dコンバータによりデジタル値に変換されたセンス抵抗端電圧をもとにVCM電流値を算出するコイル電流算出手段とで構成するとよい。

【0017】このような構成においては、VCMコイル端の電圧及びVCM電流の検出値からVCMコイルの抵抗値を算出することで、温度変化を反映したVCMコイル抵抗値を簡単に且つ高精度に検出できる。また、上記操作量からVCM電流を求めることも可能なため、上記VCMコイル端の電圧及び操作量からVCMコイルの抵

抗値を算出することも可能である。

【0018】したがって、この温度変化を反映したVCMコイル抵抗値からコイル温度を算出するコイル温度算出手段を備えることで、温度センサを必要とせずにコイル温度を高精度に検出できる。これにより温度補正が必要な処理が、検出されたコイル温度に基づいて行える。

【0019】例えば、コイル温度算出手段の算出温度に基づいて温度補正を加えたヘッドアクチュエータの駆動制御を行う駆動制御手段を設けることで、VCMコイルの温度変化を考慮した高精度なアクチュエータ駆動制御が可能となる。

【0020】また本発明は、上記検出手段によって検出されるVCMコイル端の電圧及びVCM電流の検出値から上記コイルに生じる逆起電圧値を算出する逆起電圧算出手段を備えたことを特徴とする。

【0021】このような構成においては、VCMコイル端の電圧及びVCM電流の検出値からVCMコイルに生じる逆起電圧値を算出することにより、逆起電圧検出のための専用のハードウェア回路（逆起電圧検出回路）を不要にでき、しかもVCMコイル端の電圧及びVCM電流を計測することで、逆起電圧検出回路を用いる場合より高精度に逆起電圧を検出できる。

【0022】ここで、ヘッドアクチュエータを固定した状態で、上記VCM駆動回路に設定する操作量を可変する操作量可変設定手段と、この操作量可変設定手段によってVCM駆動回路に可変設定される操作量に応じて変化する、VCMコイル電流に対する速度ゼロでの逆起電圧特性を、上記検出手段の検出VCMコイル電流値及び上記逆起電圧算出手段の算出逆起電圧値から取得して、VCMコイル電流変化に対応して逆起電圧が変化するVCMコイル電流範囲を操作可能電流範囲として決定する電流範囲決定手段とを更に備える構成とするとよい。

【0023】このような構成においては、ヘッドアクチュエータの移動速度（したがってヘッド移動速度）を正しく反映する逆起電圧となるVCMコイル電流範囲が設定できるため、正しい速度検出が行え、アクチュエータ駆動制御の精度が向上する。

【0024】また本発明は、VCM駆動回路に設定する操作量をゼロとしたときの上記検出手段の検出VCMコイル電流値を当該駆動回路に発生するオフセット量として取得するオフセット測定手段と、アクチュエータ駆動制御のために算出された操作量をVCM駆動回路に設定する際に、当該操作量を上記オフセット測定手段により取得されたオフセット量をもとに補正するオフセット補正手段とを備えたことを特徴とする。ここで、上記取得されたオフセット量をRAM等の書き換え可能メモリに格納して使用するとよい。

【0025】このような構成においては、VCM駆動回路に生じる回路オフセットの補正を高精度に行うことができる。

【0026】また本発明は、VCM駆動回路に設定する操作量を可変する操作量可変設定手段と、この操作量可変設定手段によってVCM駆動回路に可変設定される操作量に応じて変化する上記検出手段の検出VCMコイル電流値を取得して、操作量と操作電流量との対応を表すテーブルまたは関数を取得する線形性補正用データ測定手段と、アクチュエータ駆動制御のために算出された操作電流量に対応する操作量を上記テーブルまたは関数に基づいて取得してVCM駆動回路に設定する線形性補正手段とを備えたことをも特徴とする。ここで、上記取得されたテーブルまたは関数をRAM等の書き換え可能メモリに格納して使用するとよい。

【0027】このような構成においては、VCM駆動回路の増幅回路の線形性補正（ゲイン補正）が高精度に行える。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明をヘッドのロード／アンロード方式を適用する磁気ディスク装置に適用した実施の形態につき、図面を参照して説明する。

【0029】図1は本発明の一実施形態に係る磁気ディスク装置の構成を示すブロック図である。図1において、11はデータが記録されるディスク媒体（磁気ディスク）、12はディスク媒体11へのデータ書き込み（データ記録）及びディスク媒体11からのデータ読み出し（データ再生）に用いられるヘッド（磁気ヘッド）である。このヘッド12は、ディスク媒体11の各面（記録面）に対応してそれぞれ設けられているものとする。なお、図1の構成では、単一枚のディスク媒体11が配置された磁気ディスク装置を想定しているが、複数枚のディスク媒体が積層配置された構成であっても構わない。

【0030】ディスク媒体11の両記録面には、同心円状の多数のトラック（図示せず）が形成され、各トラックには、ヘッドのシーク・位置決め等に用いられるサーボ情報が記録されたサーボ領域が等間隔で配置されている。このサーボ領域間はユーザ領域となっており、当該ユーザ領域には複数（一般には2〜5個）の記録単位としてのセクタ（データセクタ）が配置されている。各サーボ領域は、ディスク媒体11上では中心から各トラックを渡って放射状に等間隔で配置されている。

【0031】ヘッド12はヘッド移動機構としてのロータリ型ヘッドアクチュエータ13に取り付けられており、当該ヘッドアクチュエータ13の回転（角度回転）に従ってディスク媒体11の半径方向に移動する。これにより、ヘッド12は、目標トラック上にシーク・位置決めされるようになっていく。ディスク媒体11の外周の外側には、ディスク媒体11の回転停止状態等においてヘッド12をリトラクト（退避）させておくためのランプ（ランプ機構）10が配置されている。このランプ10は、ディスク媒体11に近接して、且つヘッドアク

チュエータ13に取り付けられたアーム13aの先端（タブ）の移動経路上の所定位置に設けられている。

【0032】ディスク媒体11はスピンドルモータ（以下、SPMと称する）14により高速に回転する。ヘッドアクチュエータ13は、当該ヘッドアクチュエータ13の駆動源となるボイスコイルモータ（以下、VCMと使用する）15を有しており、当該VCM15により駆動される。

【0033】SPM14は、SPM駆動回路16から供給される操作電流（SPM電流）により駆動される。VCM15（を有するヘッドアクチュエータ13）は、VCM駆動回路（ヘッドアクチュエータ駆動回路）17から供給される操作電流（VCM電流）により駆動される。本実施形態において、SPM駆動回路16及びVCM駆動回路17は、1チップに集積回路化されたドライバIC18によって実現されている。SPM駆動回路16からSPM14に、VCM駆動回路17からVCM15に、それぞれ供給される操作電流を決定するための値（操作量）は、CPU25により決定される。

【0034】ヘッド12は、目標トラック上にシーク・位置決めされた後、ディスク媒体11の回転動作により、そのトラック上を走査する。またヘッド12は、走査によりそのトラック上に等間隔を保って配置されたサーボ領域のサーボ情報を順に読み込む。またヘッド12は、走査により目標データセクタに対するデータの読み書きを行う。

【0035】ヘッド12はフレキシブルプリント配線板（FPC）に実装されたヘッドアンプ回路（ヘッドIC）19と接続されている。ヘッドアンプ回路19は、（CPU25からの制御に従う）ヘッド12の切り替え、ヘッド12との間のリード／ライト信号の入出力等を司る。ヘッドアンプ回路19は、ヘッド12で読み取られたアナログ出力（ヘッド12のリード信号）を増幅すると共に、リード／ライト回路（リード／ライトIC）20から送られるライトデータに所定の信号処理を施してこれをヘッド12に送る。

【0036】リード／ライト回路20は、ヘッド12によりディスク媒体11から読み出されてヘッドアンプ回路19で増幅されたアナログ出力（ヘッド12のリード信号）を一定の電圧に増幅するAGC（自動利得制御）機能と、このAGC機能により増幅されたリード信号から例えばNRZコードのデータに復号するのに必要な信号処理を行うデコード機能（リードチャネル）と、ディスク媒体11へのデータ記録に必要な信号処理を行うエンコード機能（ライトチャネル）と、上記リード信号からのサーボ情報抽出を可能とするために当該リード信号をパルス化してパルス化リードデータとして出力するパルス化機能と、次に述べるゲートアレイ21からのタイミング信号（バーストタイミング信号）に応じてサーボ情報中のバーストデータを抽出する機能とを有してい

る。このバーストデータはCPU25に送られて、ヘッド12を目標トラックの目標位置に位置決めするための位置決め制御に用いられる。

【0037】ゲートアレイ21は、リード/ライト回路20から出力されるリードパルスからサーボ情報を取得するための、バーストタイミング信号を含む各種タイミング信号を生成する機能と、サーボ情報中のシリンダコードを抽出する機能とを有している。このシリンダコードは、CPU25に送られて、ヘッド12を目標トラックに移動するシーク制御に用いられる。

【0038】バッファメモリ22は、ホスト（ホストシステム）から転送されてディスク媒体11に書き込むべきデータ（ライトデータ）及びディスク媒体11から読み出されてホストに転送されるデータ（リードデータ）を一時格納するのに用いられる。バッファメモリ22は書き換え可能なメモリとしての例えばRAM（Random Access Memory）により構成される。

【0039】HDC（ディスクコントローラ）23は、ホストとの間のコマンド（ライトコマンド、リードコマンド等）、データの通信と、バッファ制御と、ディスク媒体11との間のデータ転送制御等を司る。

【0040】A/D（アナログ/デジタル）コンバータ（以下、ADCと称する）24は、少なくとも、VCM15のコイル端の電圧とセンス抵抗端の電圧をデジタル値に変換するのに用いられる。

【0041】CPU25は、制御プログラムが格納された不揮発性メモリとしてのROM（Read Only Memory）26、当該CPU25の作業領域等を提供するRAM27、及びD/A（デジタル/アナログ）コンバータ（以下、DACと称する）28を内蔵する。

【0042】CPU25は、ROM26に格納されている制御プログラムに従って装置（HDD）全体の制御、例えばゲートアレイ21により抽出されたシリンダコード及びリード/ライト回路20により抽出されたバーストデータに基づくヘッド12のシーク・位置決め制御、ホストからのリード/ライトコマンドに従うHDC23によるリード/ライト制御等を実行する。

【0043】CPU25はまた、ヘッドアクチュエータ13の駆動制御が必要な場合、ADC24を介してVCM15のコイル端の電圧と後述するセンス抵抗端の電圧を検出し、その検出結果をもとに当該VCM15のコイル温度を算出し、更にヘッド12のロード/アンロードのためのアクチュエータ駆動制御のときは、コイル抵抗の温度変化が反映された逆起電圧も算出する。

【0044】CPU25はまた、VCM15のコイル端の電圧とコイル（VCMコイル）に流れる電流を検出し、その検出結果をもとにVCM駆動回路17に生じるオフセットの測定と、当該駆動回路17中の電流増幅回路172（図3参照）の線形性補正用データの測定を、上記ADC24及び内蔵のDAC28を用いて行う。

【0045】図2は、VCM15とADC24の入力部との接続関係を示す。図2に示すように、VCM15は、コイル（VCMコイル）151及び当該コイル151に直列接続されたセンス抵抗152を有している。センス抵抗152の、VCMコイル151とは反対側の一端、当該センス抵抗152とVCMコイル151との共通接続端、VCMコイル151のセンス抵抗152とは反対側の一端は、それぞれADC24の入力部と接続される電圧測定端子SENSE1、SENSE2、SENSE3をなしている。これにより、ADC24は、電圧測定端子（センス抵抗端）SENSE1、SENSE2の電圧、及び電圧測定端子（VCMコイル端）SENSE2、SENSE3の電圧を取り込んでデジタル値に変換可能になっている。また、SENSE1及びSENSE3の各端子側は、VCM駆動回路17からVCM電流（操作電流）が供給されるVCM端VCM+及びVCM-となっている。

【0046】図3は、VCM駆動回路17の内部構成とその周辺の回路構成を示す。図3に示すように、VCM駆動回路17は、CPU25のDAC28からの出力信号（操作量としてのDAC出力電圧）とリファレンス電圧（基準電圧）VREFとの差をとる比較器（コンパレータ）171、及び比較器171の出力を増幅してVCM電流（操作電流）を出力する電流増幅回路172を備えている。電流増幅回路172から出力されるVCM電流はVCM15のVCM端VCM+及びVCM-の一方から他方に供給される。

【0047】次に、本実施形態の動作を説明する。CPU25は、ヘッド12のシーク制御、ロード/アンロード制御など、ヘッドアクチュエータ13の駆動制御を行う場合、当該アクチュエータ13の駆動源となるVCM15の推力を表す操作量（制御量）を算出し、その算出した操作量に応じた設定値をDAC28を介してVCM駆動回路17に設定する。VCM駆動回路17は、設定値に応じた操作電流（VCM電流）をVCM15に流して、当該VCM15を駆動する。

【0048】さて本実施形態では、VCM15の操作量を算出するのに、当該VCM15の推力（駆動力）に影響を与えるコイル抵抗等の温度変化を考慮するようにしている。そのために本実施形態では、VCM15にSENSE1～SENSE3の3つの電圧測定端子を設けると共に、ADC24を設け、電圧測定端子（センス抵抗端）SENSE1、SENSE2の電圧（SENSE1－SENSE2電圧）と、電圧測定端子（VCMコイル端）SENSE2、SENSE3の電圧（SENSE2－SENSE3電圧）を当該ADC24に取り込む構成を適用している。

【0049】ADC24によって取り込まれるVCMコイル端の電圧は、VCM15のコイル抵抗等の温度変化を反映している。したがって、ADC24によって取り込まれたVCMコイル端の電圧とセンス抵抗端の電圧の値を用いて、VCM15のコイル抵抗等の温度変化を考

慮した操作量の算出を行うことで、より正確な操作量を求め、高精度なアクチュエータ駆動制御を可能とする。

【0050】以下、ヘッド12のロード/アンロードのためのアクチュエータ駆動制御において、ADC24によって取り込まれたVCMコイル端の電圧とセンス抵抗端の電圧の値を利用してVCM15の逆起電圧を検出(算出)し、その逆起電圧の示すヘッドアクチュエータ13の駆動速度(つまりヘッド12の移動速度)をもとに操作量を算出する例について説明する。

$$V_{vcn} = R_{vcn} * I_{vcn} + L_{vcn} * dI/dT + BEMF \quad \dots (1)$$

V_{vcn} : VCMコイル両端にかかる電圧

R_{vcn} : VCMコイル抵抗

I_{vcn} : VCMに流れる電流

L_{vcn} : VCMコイルインダクタンス

$$BEMF = V_{vcn} - R_{vcn} * I_{vcn} - L_{vcn} * dI/dT \quad \dots (2)$$

となる。ここで、時間が十分に経過したものと考え

$$L_{vcn} * dI/dT \approx 0 \quad \dots (3)$$

となり、(2)式は

$$BEMF = V_{vcn} - R_{vcn} * I_{vcn} \quad \dots (4)$$

として求められる。

【0054】今、 R_{vcn} (VCMコイル抵抗)を求める

$$R_{vcn} = R_s * R_2 / R_1$$

R_s : センス抵抗

$$BEMF = -(V_{vcn} - I_{vcn} * R_s * R_2 / R_1) + VREF \quad \dots (6)$$

$VREF$: リファレンス電圧

のように表される。つまり、(6)式より、逆起電圧BEMFを検出できる。

【0055】ここで、(6)式中の R_1 , R_2 , $VREF$, R_s は既知の値である。また、(6)式中の V_{vcn} はVCM

$$I_{vcn} = V / R_s$$

により求められる。ここで、センス抵抗端電圧 V は、電圧測定端子(センス抵抗端)SENSE1, SENSE2の電圧をADC24を通してCPU25が読み込むことで得られる。

【0056】上記 I_{vcn} は、これまで述べたように、SENSE1, SENSE2の電圧から求められるだけでなく、アクチュエータ駆動制御のためにDAC28に設定される値(DAC設定値)からも求められる。その理由は、VCM駆動回路17の中で、DAC設定値に当該駆動回路17のゲインを乗じたものが、電流 I_{vcn} として流れることによる。このゲインは、回路構成により既知であるため、DAC設定値(操作量)から、 I_{vcn} の値が分かることになる。

【0057】以上により、VCM15のVCMコイル151に発生する逆起電圧BEMFは、CPU25が、図4のフローチャートに示すように、センス抵抗端SENSE1, SENSE2の電圧(V)とVCMコイル端SENSE2, SENSE3の電圧(V_{vcn})をADC24を介して読み込み(ステップS1~S4)、上記(6)式及び(7)式に従う演算処理(ステップS5, S6)を行うことで、図13の

【0051】従来、VCM15の逆起電圧は、図13の構成の逆起電圧検出回路を用いて検出されるのが一般的であった。図13の逆起電圧検出回路は、VCM15に接続されて用いられる周知の回路構成を有しており、オペンプ301, 302、及び抵抗303~308からなる。抵抗303, 304の抵抗値は R_1 , R_2 、抵抗305~308の抵抗値はいずれも R である。

【0052】図13において、VCMコイル151の両端間に発生する電圧 V_{vcn} は、次式

BEMF : 逆起電圧

で表される。

【0053】上記(1)式よりVCM15の逆起電圧BEMFを求めると、

$$\dots (2)$$

と、

$$\dots (3)$$

ために、等価回路から次式(5)を考える。

$$\dots (5)$$

この(5)式を考慮すると、逆起電圧BEMFは次式

$$\dots (6)$$

コイル端電圧であるから、電圧測定端子(VCMコイル端)SENSE2, SENSE3の電圧をADC24を通してCPU25が読み込むことで得られる。また、(6)式中の I_{vcn} は、センス抵抗端電圧 V とセンス抵抗 R_s とから、次式

$$\dots (7)$$

逆起電圧検出回路を用いなくても簡単に求められる。しかも、VCMコイル端電圧 V_{vcn} 、及び当該 V_{vcn} と共に I_{vcn} の算出に用いられるセンス抵抗端電圧は、ADC24を介して直接測定されるものであることから、図13の逆起電圧検出回路を用いる場合より、高精度に逆起電圧を検出できる。

【0058】ところで、VCM電流値(I_{vcn})に対するVCM速度ゼロ(0)での逆起電圧の検出値(BEMF)は一定(0)であるはずである。ところが、回路誤差によって、このVCM電流値に対するVCM速度ゼロでの逆起電圧の検出値に差異が生じる。その最も大きな要因は、VCMコイル抵抗 R_{vcn} が温度によって変化し、(6)式の左辺の値(つまり実際の R_{vcn})と右辺の値(擬似的に算出される R_{vcn})に差が生じることにある。

【0059】図5に、VCM電流値(I_{vcn})に対するVCM速度ゼロでの逆起電圧検出値(BEMF)の特性例を、2つの温度A, B ($A > B$)の場合について示す。VCM速度ゼロでの逆起電圧(BEMF)は、ヘッドアクチュエータ13を固定して、VCM電流(I_{vcn})

■)を変化させること求められる。

【0060】一般に磁気ディスク装置では、ヘッド12がディスク媒体11の最内周位置から外れないようにヘッドアクチュエータ13を固定する内周ストッパと、ヘッド12がディスク媒体11の最外周位置(本実施形態のようにヘッドロード/アンロード方式を適用する磁気ディスク装置であれば、ヘッド12がランプ10上にアンロードされた際に、そのランプ10の所定位置)から外側に飛び出さないようにヘッドアクチュエータ13を固定する外周ストッパ(いずれも図示せず)とが設けられている。そこで、ヘッドアクチュエータ13を内周ストッパまたは外周ストッパに押し当てた状態でVCM電流を変化させることにより、VCM速度ゼロでの逆起電圧を求めることができる。

【0061】さて、VCM15の(VCMコイル151の)温度が異なると、同一VCM電流Iを流しても、図5に示した如く、逆起電圧検出値に、温度Aのときは α で、温度Bのときは β ($\beta \neq \alpha$)といった差が出てくる。また、図5の温度Aの例のように、VCM電流があ

$$\begin{aligned} R_{vcn} &= R_{vcn-0^{\circ}\text{C}} * (1 + K T) \\ &= R_{vcn-0^{\circ}\text{C}} * (1 + (0.39/100) * T) \dots (8) \end{aligned}$$

として求められる。

【0064】つまり、 R_{vcn} は温度変化によって(8)式のように変化する。このため、上記(6)式からVCM15の逆起電圧BEMFも変化する。このことは逆に、 R_{vcn} を検出することにより、VCM15の(VCMコイル151の)温度(温度変化)を検出できることを意味する。

$$R_{vcn} = V_{vcn} / I_{vcn}$$

に従う演算処理を行う(ステップS16)。

【0066】これにより、前記(5)式に従って R_{vcn} を求める場合と異なって、温度変化が反映された R_{vcn} を求めることができる。CPU25は、 R_{vcn} を求めると、上記(8)式を利用して、当該 R_{vcn} と $R_{vcn-0^{\circ}\text{C}}$ から、当該 R_{vcn} となるVCMコイル151の温度Tを算出する(ステップS17)。

【0067】このように、VCMコイル抵抗 R_{vcn} からVCM15の(VCMコイル151の)温度を求めることで、その温度に基づく補正を加えた操作量を算出することができる。例えば、ヘッド12を目標トラックに移動するシーク制御、即ち目標トラックと現在のヘッド位置との差に基づいて操作量を決定し、その操作量をDAC28を介してVCM駆動回路17に与えてヘッドアクチュエータ13を駆動制御することでヘッド12を目標トラックに移動するシーク制御において、上記操作量を決定する際に、上記検出した温度に基づく補正を行うことができる。つまり、温度補正を加えたアクチュエータ駆動制御が可能となる。

【0068】ところでVCM15は、VCMコイル151により発生される磁界との間で相互作用(電磁作用)

る範囲(有効範囲)51を越えると飽和してしまう場合に、つまり逆起電圧検出がVCM電流の変化に追従しなくなる場合に、その範囲外(無効範囲)52のVCM電流をアクチュエータ駆動制御に利用すると、正しい制御が行えなくなる。

【0062】そこで、図5に示したような、異なる温度におけるVCM電流に対する速度ゼロでの逆起電圧特性を予め取得して、即ち、複数の温度において、CPU25のDAC28を介してVCM駆動回路17に与える操作量(DAC出力)を種々変えることでVCM電流を変化させ、VCM電流に対する速度ゼロでの逆起電圧特性を取得して、VCM電流の信頼性ある領域(図5では有効範囲51)を判別(検出)することで、正しい駆動制御を行うようにできる。

【0063】上記 R_{vcn} (VCMコイル抵抗)は、温度変化係数をK、例えば、 $3900 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、 0°C のときのVCMコイル抵抗を $R_{vcn-0^{\circ}\text{C}}$ 、温度をTとすると、

【0065】そこでCPU25は、図6のフローチャートに示すように、センス抵抗端SENSE1、SENSE2の電圧(V)とVCMコイル端SENSE2、SENSE3の電圧(V_{vcn})をADC24を介して読み込み(ステップS11~S14)、センス抵抗端電圧(V)から上記(7)式に従う演算処理でVCM電流(I_{vcn})を求め(ステップS15)、しかる後に次式

$$\dots (9)$$

を起こすための磁界を形成するマグネット(永久磁石)を有している。このマグネットの特性も温度変化する。このマグネットの温度とVCMコイル151の温度は必ずしも等しくない。特にシーク制御のようにヘッド12の移動距離が大きいために、VCMコイル151に大きなVCM電流が流れる場合には、当該VCMコイル151の温度が変化して、両者の温度は違ってしまふ。そこで、このような場合には、大きなVCM電流を流している状態で R_{vcn} を求めるのではなく、位置決め制御時等、微小なVCM電流を流している状態で、VCMコイル端SENSE2、SENSE3の電圧(V_{vcn})とセンス抵抗端SENSE1、SENSE2の電圧(V)を読み込むことで算出した温度を利用した温度補正(操作量補正、トルク補正)を加えるとよい。

【0069】次に、VCM駆動回路17に生ずる回路オフセットの測定と補正、及びVCM駆動回路17の線形性補正用データの測定と補正について順に説明する。

【0070】CPU25は、アクチュエータ駆動制御のために操作量を算出すると、それに応じたDAC値をDAC28に設定する。これによりDAC28は、設定されたDAC値をアナログ値に変換してVCM駆動回路1

7に出力する。

【0071】VCM駆動回路17内の比較器171は、このDAC28の出力（アナログ電圧値）をリファレンス電圧VREFと比較し、その差を求める。比較器171の出力は電流増幅回路172に入力される。電流増幅回路172は、この比較器171の出力を増幅し、当該比較器171の出力に対応するVCM電流を出力する。このVCM電流はVCM15に供給される。

【0072】ここで、比較器171にオフセット（回路オフセット）がある場合には、DAC28に設定したDAC値（DAC設定値）がゼロ（0）でも、電流増幅回路172からVCM15にVCM電流が流れてしまう。また、電流増幅回路172に線形性がない場合には、設定通りの電流が得られない。

【0073】図7は、比較器171の回路オフセットに起因するVCM電流の変化を、オフセットがない場合と対比して示す図である。比較器171にオフセットがない場合には、DAC設定値に対するVCM電流特性は、一般に符号Aで示すような直線になり、DAC設定値がゼロでのVCM電流はゼロとなる。これに対し、比較器171にオフセットがある場合には、DAC設定値に対するVCM電流特性は、符号Bで示すような直線になり、DAC設定値がゼロでもオフセット（オフセット電流） I_{off} が出力されてしまうことになる。

【0074】図8は、電流増幅回路172に線形性がない場合のVCM電流の変化を、線形性がある場合と対比して示す図である。電流増幅回路172に線形性がある場合（で且つ比較器171にオフセットがない場合）には、DAC設定値に対するVCM電流特性は、図7と同様に符号Aで示される直線となる。電流増幅回路172に線形性がない場合（で且つ比較器171にオフセットがない場合）には、DAC設定値に対するVCM電流特性は、例えば符号Cで示される非線形となる。

【0075】そこで、VCM駆動回路17（内の比較器171）のオフセットに関しては、DAC設定値をゼロにしてVCM電流値を測定し、本来流れないはずのVCM電流が流れる場合には、そのVCM電流値をオフセットとして取得して、これをアクチュエータ駆動制御の際に考慮すればよい。

【0076】一方、VCM駆動回路17内の電流増幅回路172の線形性がない場合に関しては、DAC設定値に対するVCM電流値を複数点測定し、DAC設定値と電流値との関係を図数で表したり、テーブルにするなどして、これをアクチュエータ駆動制御の際に利用すればよい。

【0077】ここで、VCM駆動回路17（内の比較器171）のオフセットの測定について図9のフローチャートを参照して説明する。まずCPU25は、DAC28に、本来（オフセットがないならば）出力なしの設定となるゼロ（0）を設定する（ステップS21）。これ

により、DAC28からVCM駆動回路17内の比較器171に、DAC設定値ゼロに対応するDAC出力が与えられる。

【0078】次にCPU25は、そのときのセンス抵抗端SENSE1、SENSE2の電圧（V）をADC24を介して読み込み（ステップS22、S23）、その電圧Vとセンス抵抗Rsから、前記（7）式に従う演算処理によりVCM電流 I_{vcm} を算出し（ステップS24）、それをオフセット量 I_{off} として、例えばRAM27に格納する（ステップS25、S26）。

【0079】次に、上記のようにして予め測定しておいたオフセット量を利用したアクチュエータ駆動制御の際のオフセット補正について、図10のフローチャートを参照して説明する。

【0080】まずCPU25は、ヘッドアクチュエータ13の駆動制御に際して、操作電流量を算出し（ステップS31）、しかる後に算出した操作電流量からオフセット量を差し引いた電流量を求める（ステップS32）。そしてCPU25は、求めた電流量に応じたDAC値をDAC28に設定する（ステップS33）。

【0081】次に、VCM駆動回路17内の電流増幅回路172の線形性補正用データの測定について図11のフローチャートを参照して説明する。CPU25は、DAC設定値とVCM電流値との関係を求めるため、複数サンプル分の電流値測定を次のように行う。

【0082】まずCPU25は、最初のサンプルのDAC設定値aを決定して、変数xにaを設定し（ステップS41）、そのxをDAC28に設定する（ステップS42）。次にCPU25は、そのときのセンス抵抗端SENSE1、SENSE2の電圧（V）をADC24を介して読み込み（ステップS43、S44）、その電圧Vとセンス抵抗Rsから、前記（7）式に従う演算処理により実際のVCM電流 I_{vcm} を算出する（ステップS45）。そしてCPU25は、その際のDAC設定値xと算出した値（ I_{vcm} ）との対応データをテーブルデータTABLE（DAC設定値、操作電流量）としてRAM27の作業領域に一時格納する（ステップS46）。

【0083】CPU25は、1サンプル分の測定を終了すると、所定のサンプル数分の測定が終了していなければ（ステップS47）、次のサンプルのDAC設定値をxに設定して（ステップS48）、ステップS42以降の動作を行う。

【0084】CPU25は、以上の動作をDAC設定値を変えながら繰り返し、所定のサンプル数分の測定が終了したならば（ステップS47）、RAM27の作業領域に格納しておいた、所定サンプル数分のテーブルデータTABLE（DAC設定値、操作電流量）をもとに、DAC設定値と操作電流量との対応テーブルを作成し、RAM27に確保したテーブル領域に格納する（ステップS49、S50）。ここで、サンプル数が少ない場合

には、線形補間によりテーブルデータを生成して用いる。なお、テーブルを作成する代わりに、DAC設定値と操作電流量との対応関係を表す関数を求め、その関数の情報（例えば、関数の種類と係数）をRAM27に格納するようにしても構わない。

【0085】次に、上記のようにして予め測定しておいたDAC設定値と操作電流量との関係を表すデータ、即ち線形性補正用データを利用したアクチュエータ駆動制御の際の線形性補正（ゲイン補正）について、図12のフローチャートを参照して説明する。

【0086】まずCPU25は、ヘッドアクチュエータ13の駆動制御に際して、操作電流量を算出する（ステップS51）。次にCPU25は、算出した操作電流量によりRAM27内のDAC設定値と操作電流量との対応テーブルを参照し、当該算出した操作電流量に対応するDAC設定値を取得する（ステップS52）。なお、テーブルに代えて関数を用いる場合には、その関数を用いて算出した操作電流量に対応するDAC設定値を算出すればよい。

【0087】CPU25は、算出した操作電流量に対応するDAC設定値を取得すると、そのDAC設定値をDAC28に設定する（ステップS33）。

【0088】なお、以上に述べた実施形態では、ヘッドのロード／アンロード方式を適用する磁気ディスク装置に実施した場合について説明したが、本発明は、ロード／アンロード方式を適用しない磁気ディスク装置は勿論、VCMを駆動源とするヘッドアクチュエータを備えたディスク記憶装置であれば、光磁気ディスク装置など、磁気ディスク装置以外のディスク記憶装置にも実施可能である。

【0089】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、VCMコイル端の電圧及びVCM電流を検出してVCMコイル抵抗値を算出することで、温度依存性のあるVCMコイル抵抗の温度変化が検出できる。

【0090】また本発明によれば、温度変化を反映したVCMコイル抵抗値を算出できるため、そのVCMコイル抵抗値を利用することで、コイル温度が温度センサを必要とせずに高精度に検出でき、そのコイル温度をもとに温度補正を加えたアクチュエータ駆動制御を行うことで、高精度なアクチュエータ駆動制御が実現できる。

【0091】また本発明によれば、VCMコイル端の電圧及びVCM電流を検出してVCMコイルに発生する逆起電圧を算出することにより、VCMコイル抵抗の温度変化を考慮した逆起電圧を、専用のハードウェア回路を必要とせずに高精度に検出できる。

【0092】また本発明によれば、VCM電流の検出値を利用することで、VCM駆動回路に生じるオフセットの補正や、当該駆動回路の増幅回路の線形性補正が高精度に行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る磁気ディスク装置の構成を示すブロック図。

【図2】図1中のVCM15とADC24の入力部との接続関係を示す図。

【図3】図1中のVCM駆動回路17の内部構成とその周辺の回路構成を示す図。

【図4】同実施形態における逆起電圧検出処理を説明するためのフローチャート。

【図5】異なる温度における、VCM電流値に対するVCM速度ゼロでの逆起電圧検出値特性例を示す図。

【図6】同実施形態におけるコイル温度検出処理を説明するためのフローチャート。

【図7】図3中のVCM駆動回路17の回路オフセットに起因するVCM電流の変化を、オフセットがない場合と対比して示す図。

【図8】図3中のVCM駆動回路17の電流増幅回路172に線形性がない場合のVCM電流の変化を、線形性がある場合と対比して示す図。

【図9】同実施形態におけるオフセット測定処理を説明するためのフローチャート。

【図10】同実施形態におけるアクチュエータ駆動制御の際のオフセット補正処理を説明するためのフローチャート。

【図11】同実施形態における線形性補正用データ測定処理を説明するためのフローチャート。

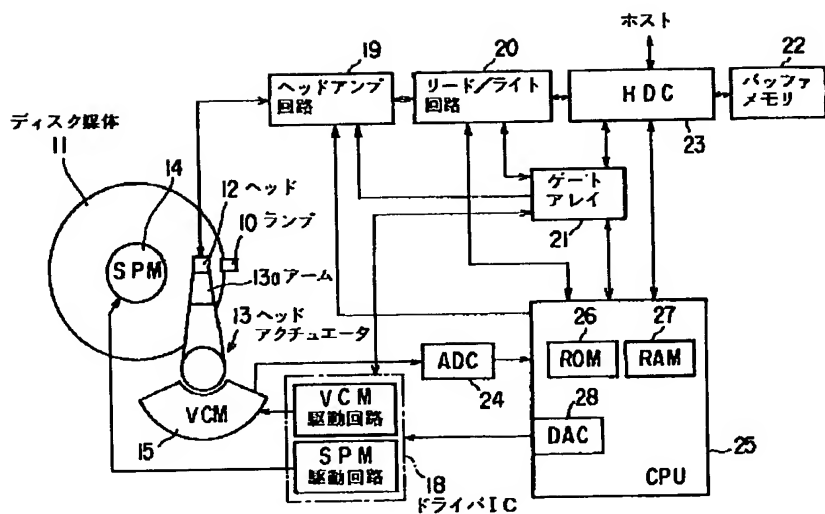
【図12】同実施形態におけるアクチュエータ駆動制御の際の線形性補正処理を説明するためのフローチャート。

【図13】VCMの逆起電圧をハードウェア的に検出する逆起電圧検出回路の構成を示す図。

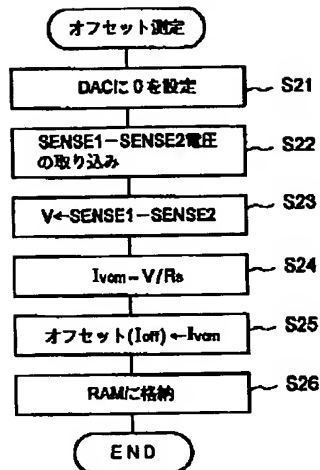
【符号の説明】

- 10…ランブ
- 11…ディスク媒体
- 12…ヘッド
- 13…ヘッドアクチュエータ
- 15…ボイスコイルモータ（VCM）
- 17…VCM駆動回路
- 24…A/Dコンバータ（ADC、検出手段）
- 25…CPU（検出手段、コイル抵抗算出手段、コイル温度算出手段、駆動制御手段、逆起電圧算出手段、操作量可変設定手段、電流範囲決定手段、オフセット測定手段、オフセット補正手段、線形性補正用データ測定手段、線形性補正手段、コイル電流算出手段）
- 27…RAM
- 28…D/Aコンバータ（DAC）
- 151…VCMコイル
- 152…センス抵抗
- 171…比較器
- 172…電流増幅回路

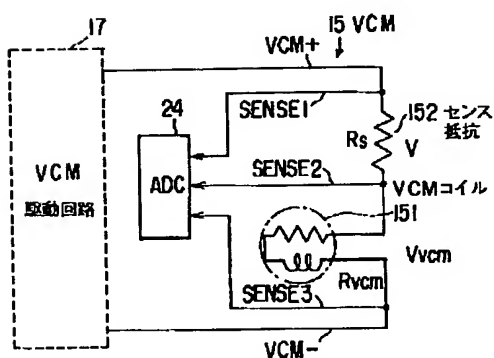
【图 1】



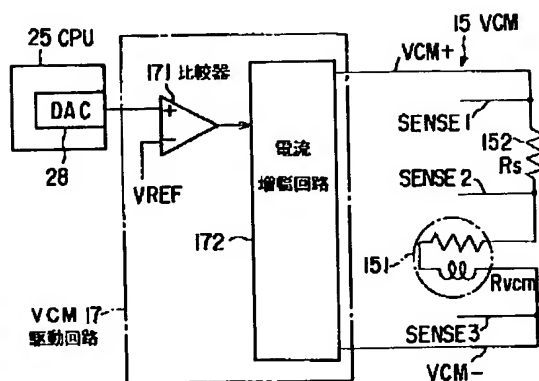
【図9】



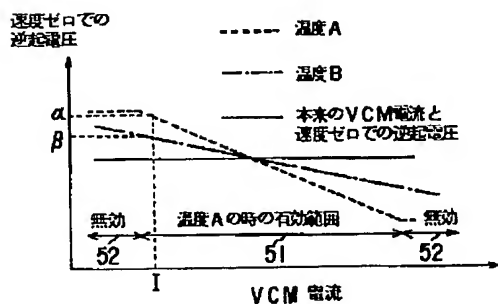
【図2】



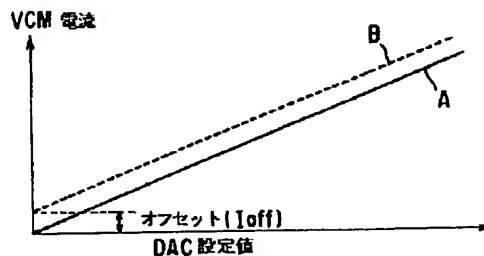
【图3】



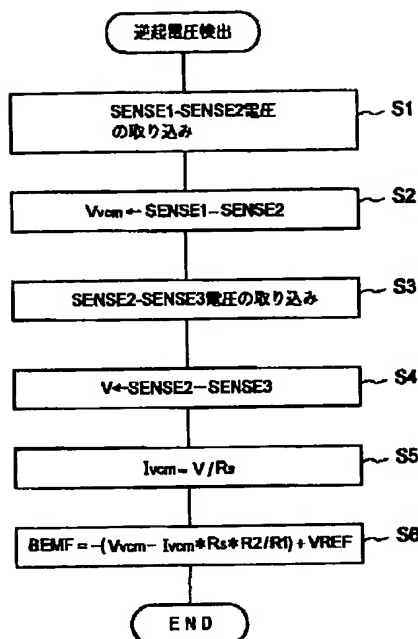
【図5】



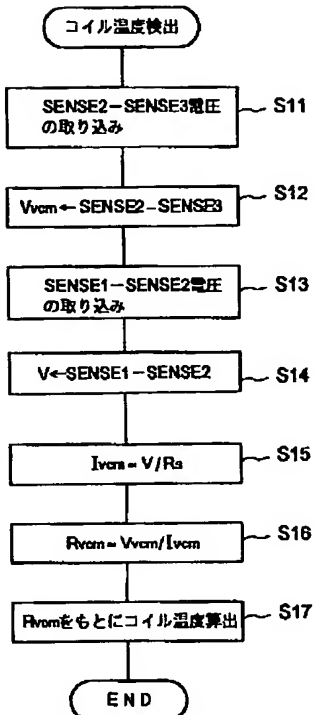
【図7】



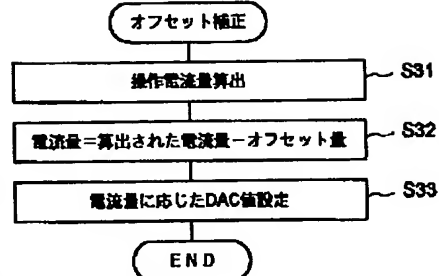
【図4】



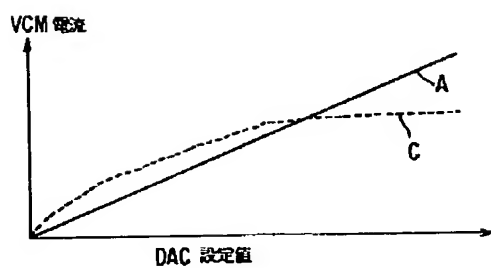
【図6】



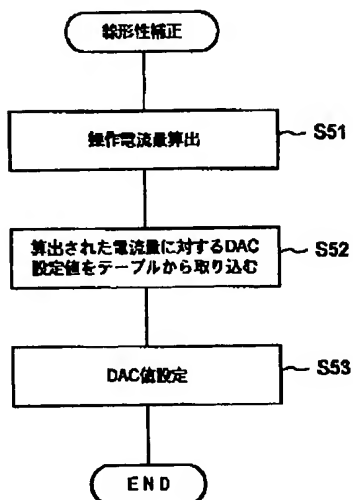
【図10】



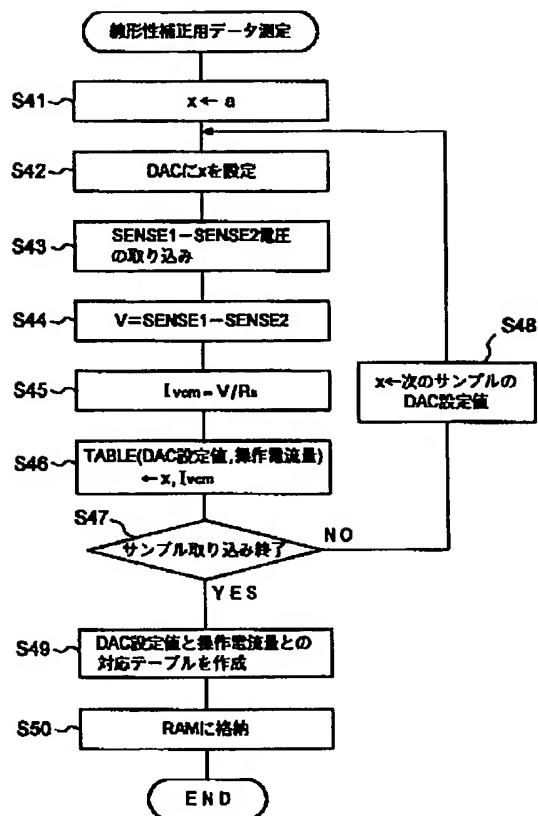
【図8】



【図12】



【図11】



【図13】

